بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی دربارهٔ مفهوم گرما و دما[1]

■ عابد بدریان*
■ اشرف السادات شکرباغانی**
■ رامین پوراسکندری***

چکیده:

هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی دربارهٔ مفهوم گرما و دماست. مفاهیمی که هم در برنامهٔ درسی مدارس و هم در زندگی روزانه اهمیت فراوانی دارند. تعداد ۱۳۶ نفر از دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی از چهار آموزشگاه منطقه ۶ شهر تهران انتخاب شدند و در این مطالعه شرکت داده شدند. برای گردآوری اطلاعات، از یک آزمون تشخیصی حاوی پنج سوال باز پاسخ و چندگزینه‌ای استفاده شد و سپس پاسخ‌های دانش‌آموزان در قالب توضیحات داده شده و همچنین شرکت در مصاحبهٔ نیمه ساختار یافته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دانش‌آموزان تصورات و کج‌فهمی‌های گوناگونی دربارهٔ مفهوم گرما و دما دارند که قبلاً در هیچ منبعی گزارش نشده است. بر پایهٔ این یافته‌ها ضرورت دارد تا در بازبینی برنامه‌های درسی و مواد آموزشی علوم تجربی دوره ابتدایی که اخیراً توسط وزارت آموزش‌وپرورش در حال انجام است، در سازماندهی مفاهیم مرتبط با گرما و دما و مدل‌سازی آن‌ها در کتاب‌های درسی توجه زیادی مبذول گردد.

کلید واژه‌ها: کج‌فهمی، گرما و دما، دانش‌آموزان پایه پنجم ابتدایی

■ مقدمه

دانش‌آموزان قبل از ورود به کلاس درس، فرصت‌های بسیاری در اختیار دارند تا دربارهٔ دنیای اطراف خود و انواع پدیده‌های علمی تصورات و الگوهای ذهنی گوناگونی بسازند. بیشتر اوقات تصورات

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۲۸ تاریخ شروع بررسی: ۹۱/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۴/۸
* استادیار پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی..... ab.badrian@gmail.com
** استادیار پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی..... a20.baghani@gmail.com
*** کارشناس اداره کل آموزش‌وپرورش استان اردبیل

www.SID.ir

دانش‌آموزان در رابطه با برخی مفاهیم و پدیده‌های علمی، برخلاف نظریه‌های علمی پذیرفته شده است. پژوهشگران در توصیف این تصورات اشتباه علمی از واژه‌های گوناگونی نظیر کج‌اندیشی[۲]، کج فهمی[۳]، تصورات خام[۴]، درک متعارف[۵]، تصورات بدیل[۶]، و یا پیش تصورات[۷] استفاده می‌کنند (آلن[۸]، ۲۰۱۰).

بسیاری از تصورات ذهنی دانش‌آموزان، نتیجهٔ تجربه‌های روزانه، مشاهدهٔ پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی انسان‌هاست و زمانی که در کلاس درس درباره آن‌ها صحبت می‌شود، می‌تواند به‌عنوان پیش‌تصور یا یادگیری پیشین، نمایان شده و بر فرایند یاددهی ـ یادگیری تأثیربگذارد. تصورات بدیل و غیرعلمی دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش شده و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تاثیر منفی می‌گذارند (گونن[۹] و کوجاکایا[۱۰]، ۲۰۱۰).

عوامل زیادی را می‌توان به‌عنوان منشاء کج‌فهمی‌های کودکان معرفی کرد. تجربه‌های گذشتهٔ کودک، مشترک بودن برخی از لغات در زبان علمی و غیرعلمی، مانند دو واژهٔ انرژی و کار، عدم توجه به واژه‌های علمی به کار برده شده در کلاس درس، متن و تصاویر کتاب‌های درسی و غیره، همگی در شکل‌گیری کج فهمی‌های کودکان نقش دارند.

بررسی‌ها نشان داده است که دانش‌آموزان دورهٔ ابتدایی کج فهمی‌های گوناگونی درباره مفاهیم علمی دارند (آلن، ۲۰۱۰). در میان انبوه مفاهیم علمی، گرما و دما از جمله مفاهیم مرتبط با زندگی روزانه هستند که پایه و اساس علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی را تشکیل می‌دهند و در اغلب برنامه‌های درسی، یادگیری آن‌ها از همان پایه‌های اولیهٔ دورهٔ ابتدایی پیشنهاد شده است (بدریان، ۱۳۹۰).

بدون شک مفاهیم گرما و دما یکی از چالش‌برانگیزترین مفاهیم برنامهٔ درسی علوم تجربی دوره‌های مختلف تحصیلی هستند. تقریباً همه کتابهای درسی علوم تجربی دوره‌های ابتدایی و راهنمایی و همچنین فیزیک و شیمی دورهٔ متوسطه که با مفاهیم گرما و دما سروکار دارند، توضیحات متفاوتی از این واژه‌ها ارائه کرده‌اند. برای مثال جملاتی نظیر «گرما انرژی است»، «گرما صورتی از انرژی است»، «منبع گرما خورشید است»، «گرما نوعی انرژی درونی است» و ... در انواع کتاب‌های درسی قابل مشاهده هستند. تنوع این توضیحات ممکن است باعث سردرگمی و یا کج‌فهمی دانش‌آموزان شود.

«نظریهٔ کالریک» یکی از قدیمی‌ترین نظریه‌ها دربارهٔ مفهوم گرما است که در سال ۱۷۸۷ توسط لاوازیه[۱۱] ارایه شد. براساس این نظریه، گرما سیّالی است که می‌تواند در جسم ذخیره شده و از جسم گرم به جسم سرد انتقال یابد. طبق این نظریه، هنگامی که یک مادهٔ گرم در کنار یک مادهٔ سرد قرار می‌گیرد، ماده‌ای نامرئی به نام کالریک از مادهٔ گرم خارج شده و به مادهٔ سرد منتقل می‌شود. این نظریه در سال ۱۸۳۵ توسط همفری دیوی[۱۲] منسوخ گشت. دیوی با مالش دادن دو قطعه یخ به یکدیگر و ذوب کردن آن‌ها، ثابت کرد که گرما می‌تواند تولید شود. بنابراین طبق اصل پایستگی جرم و انرژی، گرما نمی‌تواند از جنس ماده محسوب شود.

هرچند که نظریه کالریک پیش از پایان نیمه اول قرن نوزدهم به عنوان یک نظریهٔ منسوخ کنار گذاشته

Archive of SID
www.SID.ir

شد؛ اما میراث آن یعنی کالری، هنوز هم کاربرد فراوانی به‌عنوان واحد گرما دارد. در نظریه‌های جدید، گرما گونه‌ای از انرژی است که به دلیل اختلاف درجه حرارت میان دو جسم متّصل به هم، به‌طور خودبه‌خود، از جسم با دمای بیشتر، به جسم با دمای کمتر، شارِش می‌کند. این شارش انرژی گرمایی آن قدر ادامه می‌یابد تا دو جسم به تعادل گرمایی رسیده و هم‌دما شوند. این نوع شارش یا انتقال گرما را رسانش می‌گویند. در این نظریه‌ها، دما کمیّتی است که اختلاف آن میان دو نقطه از یک جسم (یا دو جسم متّصل به هم)، باعث شارش خود به خودی گرما از جسم با دمای بیشتر، به جسم با دمای کمتر می‌شود. یا می‌توان در یک تعریف ساده‌تر و غیر رسمی گفت که: دما، معیاری برای سردی یا گرمیِ اجسام است.

گرما و دما دو کمیّت مرتبط به یکدیگرند، اما این به معنای آن نیست که هر دو دقیقاً یک کمیّت و به یک معنا هستند. دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است یکی دانست. دما میزان سرعت اتم‌ها و مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد، در حالی که گرما نه تنها نشان دهندهٔ سرعت حرکت اتم‌ها و مولکول‌هاست بلکه تعیین کننده تعداد اتم‌ها و مولکول‌هایی است که تحت تاثیر آن قرارگرفته‌اند. همچنین انرژی گرمایی می‌تواند منتقل شود، بدون این‌که دمای جسم تغییر نماید. به عنوان مثال در تبدیل یخ صفر درجهٔ سلسیوس به آب صفر درجه سلسیوس، انرژی یا گرمای سیستم افزایش می‌یابد، در حالی‌که دمای جسم ثابت است (سوزبیلیر[13]، ۲۰۰۳).

پژوهش‌های یئو[14] و زادنیک[15] (۱۹۹۲) نشان داد که علی‌رغم نادرست بودن نظریهٔ کالریک در مورد مفهوم گرما، دانش‌آموزان تمایل دارند همچنان گرما را به عنوان یک «ماده» که می‌تواند در جسم ذخیره شده و از نقطهٔ گرم به نقطهٔ سرد جریان یابد، تصور کنند. این امر موجب کج‌فهمی و درک نادرست مفاهیم مرتبط با گرما، نظیر انرژی درونی، رسانایی و ظرفیت گرمایی می‌شود.

از آنجا که در برنامه‌های درسی علوم تجربی دوره‌های مختلف تحصیلی، آموزش مفهوم گرما و دما از پایه اول ابتدایی تا سطوح بالاتر دورهٔ متوسطه در قالب مباحث پیشرفته‌ای چون ترمودینامیک و ترموشیمی آموزش داده می‌شود، کشف کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و سپس تلاش برای اصلاح آن‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بررسی‌های انجام گرفته در دورهٔ ابتدایی (ناصری‌آذر، ۱۳۹۱) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان دورهٔ ابتدایی درک مفهومی درستی از مفهوم گرما و دما و تفاوت بین این دو واژهٔ علمی ندارند. مطالعات احمدی (۱۳۹۱) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان دورهٔ راهنمایی نیز نتوانسته‌اند از مفهوم گرما و دما در موقعیت‌های یادگیری جدید به درستی استفاده نمایند. حتی دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه هم کج‌فهمی‌هایی در به کارگیری مفهومی گرما، دما و همچنین تعادل گرمایی در بخش ترموشیمی (بدریان، ۱۳۸۸) و بخش‌های مختلف درس فیزیک ۱، ۲ و ۳ دارند (صدرالاشرافی، ۱۳۹۰).

با توجه به این مقدمه، مطالعهٔ حاضر قصد دارد به بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی از دو مفهوم «گرما» و «دما» بپردازد و سپس، روش‌ها و راهبردهایی را برای اصلاح این کج‌فهمی پیشنهاد نماید.

Archive of SID
www.SID.ir

از آنجا که مفهوم گرما یکی از مفاهیم اصلی در آموزش علوم تجربی به ویژه فیزیک و شیمی تلقی می‌شود و درک بسیاری از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی منوط به درک درست چنین مفهومی است. دانش‌آموزان باید با استفاده از این مفهوم، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد، رفتار مواد ساده و مرکب، تغییر حالت مواد، تأثیر تغییر دما بر مواد، رفتار ماده در حالت انفرادی و تجمیع یافته، انرژی جنبشی و انواع حرکت ماده را مورد بررسی قرار دهند(نیاز[۱۶]، ۲۰۰۶).

در ۳۰ سال گذشته، پژوهش‌های زیادی در خصوص شیوه‌های آموزش اثربخش مفهوم گرما و دما، و نیز کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در این رابطه و همچنین اصلاح کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان انجام گرفته است (گونن و کوجاکایا، ۲۰۱۰؛ پایک[۱۷]، چو[۱۸] و گو[۱۹]، ۲۰۰۷؛ لویس[۲۰] و لین[۲۱]، ۲۰۰۳؛ جسین[۲۲] و اوبرم[۲۳]، ۲۰۰۲؛ هریسون[۲۴]، گرایسون[۲۵] و تریگوست[۲۶]، ۱۹۹۹؛ اریکسون[۲۷]، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰).

در جدول ۱، انواعی از این کج‌فهمی‌ها دربارهٔ مفاهیم گرما و دما آورده شده است.

در بررسی پژوهش‌های انجام گرفته، اغلب تصورات دانش‌آموزان در رابطه با گرما و دما، عایق گرمایی، تبادل و تعادل گرمایی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعات آشکار شده است که در بسیاری از موارد تصورات دانش‌آموزان در زمینه گرما و دما، حاصل مشاهدات آن‌ها در زندگی روزمره است.

پژوهش‌های اریکسون (۱۹۸۵) نشان داد که بیشتر دانش‌آموزان انتقال گرما از اجسام گرم به اجسام سرد را باور دارند؛ اما معتقدند که دمای یک جسم به اندازه آن مربوط است. یعنی هر چه اندازه جسم بیشتر باشد، دمای آن نیز بیشتر خواهد بود. برای مثال بیش از ۵۰ درصد دانش‌آموزان ۱۱ ساله فکر می‌کردند که دمای یک تکه یخ بزرگ از یک تکه یخ کوچک کمتر است، زیرا دیرتر ذوب می‌شود.

چوی[۳۵]، کیم[۳۶]، پایک، لی[۳۷] و چونگ[۳۸] (۲۰۰۱) از دانش‌آموزان ۹ تا ۱۱ ساله پرسیدند: «اگر دو ظرف آب با دمای مختلف باهم مخلوط شوند چه اتفاقی می‌افتد؟» دانش‌آموزان، برای مثال،پاسخ دادند که اگر دو لیوان با آب $30^{\circ}c$ باهم مخلوط شوند، دمای آب مخلوط شده $60^{\circ}c$ خواهد بود. همچنین در این پژوهش مشاهده شد که این دانش‌آموزان اجسام را به سه دسته اجسام گرم، اجسام ولرم و اجسام سرد طبقه‌بندی کرده و معتقد بودند که فلزات ذاتاً سرد و مواد پلاستیکی و چوب ذاتاً گرم هستند!

چان[۳۹] (۱۹۹۳) در مطالعهٔ خود دریافت که دانش‌آموزان دوره ابتدایی (۱۱-۹ سال) معتقدند که در فصل گرما فلز آهن جزو اجسام گرم ولی در فصل سرما جزو اجسام سرد است. وی پیشنهاد کرد که در آموزش مفهوم گرما و دما در دورهٔ ابتدایی، به فرایند تعادل گرمایی نیز پرداخته شود. از نگاه چان، دانش‌آموزان درک درستی از انتقال گرما از دست انسان به فلز آهن در فصل سرد و انتقال گرما از فلز آهن به دست انسان در فصل گرما ندارند.

در پژوهش‌های کسیدو و دوییت (۱۹۹۳) در آلمان بیش از ۸۰ درصد دانش‌آموزان پایهٔ دهم معتقد

Archive of SID
www.SID.ir

بودند که در نتیجهٔ انتقال گرما بین دو جسم با دمای متفاوت، دمای هر دو جسم با هم برابر نمی‌شود، زیرا با توجه به ویژگی‌های اجسام، ممکن است یکی از آن‌ها جزو اجسام سرد و دیگری جزو اجسام گرم باشد و توانایی سرد کردن و یا گرم کردن سایر اجسام را داشته باشند.

جدول ۱. کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد گرما و دما (شناخته شده توسط پژوهشگران)

پژوهشگر (ان)	سن دانش‌آموزان	کج‌فهمی‌های شناخته‌شده
اریکسون (۱۹۷۹، ۱۹۸۰ و ۱۹۸۵)	۶ـ۱۳ساله	۱. دو نوع گرما وجود دارد: گرمای گرم و گرمای سرد. ۲. گرمای یک ماده مثل هوا یا بخار است. ۳. دمای یک جسم به اندازه آن بستگی دارد.
تایبرغین[۲۸] (۱۹۸۵)	۱۲ساله‌ها	۱. گرما داغ است، اما دما می‌تواند سرد یا داغ باشد. ۲. تفاوتی بین گرما و دما وجود ندارد. ۳. دما در طول ذوب شدن یا جوشیدن تغییر می‌کند.
بروک[۲۹]، بریگز[۳۰]، بل[۳۱] و درایور[۳۲] (۱۹۸۴)	۱۵ساله‌ها	۱. گرما و دما دو مفهوم یکسان هستند. ۲. بعضی اجسام مثل فلزات ذاتاً سردتر از سایر اجسام مثل چوب هستند. ۳. گرما و سرما متضاد هم بوده و هر دو قابل انتقال‌اند.
کسیدو[۳۳] و دوییت[۳۴] (۱۹۹۳)	۱۵ ۱۶ساله‌ها	۱. گرما توسط جسم سرد جذب می‌شود. ۲. گرما و سرما همدیگر را خنثی می‌کنند. ۳. گرما و دما اندازهٔ یکسانی دارند. ۴. اگر دو جسم هم‌دما شوند انرژی یا گرمای آن‌ها یکسان می‌شود. ۵. هنگامی که گرما وارد جسم می‌شود به روش‌های مختلف جسم را ترک می‌کند. ۶. اجسام گرما را جذب می‌کنند و به روش‌های مختلف آن را نگه‌می‌دارند.
هریسون و همکاران (۱۹۹۹)	۱۷ـ۱۸ساله‌ها	۱. اجسام در دمای اتاق دمای متفاوتی دارند. ۲. اجسام می‌توانند مقادیر مشخصی از گرما را در خود ذخیره کنند. ۳. اجسام می‌توانند داغ‌تر از محیط اطرافشان باشند. ۴. دمای آب می‌تواند از نقطهٔ جوش هم بالاتر رود.
لویس و لین (۱۹۹۴)	۱۲ـ۱۴ساله‌ها بزرگسالان (۱۹ـ۴۵سال) دبیران فیزیک و شیمی	۱. فلزات سرما را جذب می‌کنند و در خود نگه می‌دارند. ۲. اجسام رسانا کندتر از اجسام عایق گرما را هدایت می‌کنند. ۳. عایق‌ها گرما را سریع هدایت می‌کنند و گرما از آن‌ها خارج می‌شود، بنابراین هنگام لمس آن‌ها گرمایی احساس نمی‌شود. ۴. عایق‌ها گرما را نگه‌می‌دارند. ۵. پشم همهٔ اجسام را گرم می‌کند.

www.SID.ir

روش شناسی پژوهش

الف. زمینه مطالعه

در بیشتر محتواهای آموزشی در نظر گرفته شده برای علوم تجربی دورهٔ دبستان، سه حوزهٔ مهم و کلیدی یعنی علوم فیزیکی (شامل فیزیک و شیمی)، علوم زیستی و علوم زمین و فضا به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شود (کرس[40] و بودن[41]، ۲۰۰۹). در برنامهٔ درسی علوم تجربی دورهٔ ابتدایی، بخشی از علوم فیزیکی به آموزش مفهوم گرما و دما اختصاص یافته است. دانش‌آموزان پایهٔ اول ابتدایی یاد می‌گیرند که برخی از فصل‌ها گرم و برخی دیگر سرد هستند. همهٔ جاها و همهٔ اجسام به یک اندازه گرم نیستند. گرما در بسیاری از کارها به ما کمک می‌کند. خورشید بسیار گرم و پر نور است. گرما و نور زمین از خورشید است و نور خورشید اجسام تیره را بیشتر گرم می‌کند.

دانش‌آموزان در پایه دوم ابتدایی نیز یاد می‌گیرند که دمای هوا تغییر می‌کند، برای اندازه‌گیری تغییرات دمای هوا از دماسنج استفاده می‌شود و تغییر جهت تابش خورشید سبب تغییر دمای هوا می‌شود. در این پایه همچنین آنان به تعریفی از دما به‌عنوان معرفی از درجه سردی و گرمی می‌پردازند. و چگونگی، اندازه‌گیری درجه حرارت مکان‌های گوناگون دماسنج را می‌آموزند.

دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی در سطح بالاتری با مفهوم گرما و تاثیر آن بر تغییر مواد آشنا می‌شوند؛ از جمله، تبدیل مواد جامد به مایع در اثر گرما (ذوب)، تبدیل مواد مایع به جامد در اثر سرما (انجماد)، تبدیل مواد جامد به شکل‌های گوناگون به کمک ذوب و انجماد، تبدیل مواد مایع به گاز در اثر گرما (تبخیر)، تبدیل مواد گازی به مایع در اثر سرما (معیان) و بالاخره افزایش حجم مواد جامد، مایع و گازی شکل در اثر گرما از جمله مفاهیمی هستند که دانش‌آموزان در پایهٔ سوم ابتدایی یاد می‌گیرند (ناصری‌آذر، ۱۳۹۱).

می‌بینیم که در هر سه پایه، مفهوم گرما و دما بر اساس ادراک حسی دانش‌آموزان و بدون توجه به مفاهیم تعریف شده علمی به آنان آموزش داده می‌شود. البته در پایه‌های چهارم و پنجم ابتدایی نیز، مفهوم گرما و دما ارائه نشده است، اما ممکن است دانش‌آموزان آموخته‌های خود را در بحث‌های گوناگون و در موقعیت‌های جدید یادگیری مورد استفاده قرار دهند.

ب. نمونهٔ آماری پژوهش

پژوهش حاضر رویکردی کاربردی دارد و از نوع پژوهش‌های توصیفی است که تلاش می‌کند تا میزان درک و تصورات ذهنی دانش‌آموزان را بررسی و توصیف نماید. (سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۰). جامعهٔ آماری این پژوهش شامل همهٔ دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی مشغول به تحصیل در مدارس ابتدایی شهر تهران در سال تحصیلی ۹۱- ۱۳۹۰ هستند. نمونهٔ آماری پژوهش را ۱۳۶ نفر از دانش‌آموزان پسر تشکیل می‌دهند که به روش نمونه‌گیریِ تصادفیِ خوشه‌ایِ مرحله‌ای از چهار آموزشگاه دولتی پسرانه از منطقهٔ ۶ شهر تهران انتخاب شدند. نمرات سال قبل بیشتر آزمودنی‌ها و همچنین وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی اغلب آن‌ها مشابه یکدیگر بود.

Archive of SID
www.SID.ir

● پ. ابزار جمع‌آوری اطلاعات

روش‌های زیادی برای بررسی و توصیف درک مفهومی و کج فهمی‌های دانش‌آموزان وجود دارد. آزمون‌های باز پاسخ، آزمون‌های تشخیصی انشایی، رسم نقشه‌های مفهومی، انجام مصاحبه‌های عمیق و نیمه‌ساختار یافته، رسم نقاشی و اجرای آزمون‌های عملکردی، نمونه‌هایی از شیوه‌های توصیف درک مفهومی دانش‌آموزان محسوب می‌شوند(کوز[۴۲]، ۲۰۰۸). دراین پژوهش از آزمون‌های تشخیصی انشایی و انجام مصاحبهٔ نیمه ساختار یافته استفاده شده است. دانش‌آموزان بعد از انتخاب گزینهٔ مورد نظر سوال، توضیحاتی را برای توصیف پاسخ خود به صورت انشایی ارایه می‌کردند. در صورت نامشخص نبودن توضیحات برخی از دانش‌آموزان، مصاحبه‌ای با آنان انجام می‌گرفت تا جواب آنان شفاف‌تر گردد (کول[۴۳] و تریگوئست، ۲۰۰۲).

پرسش‌نامهٔ تهیه شده مجموعاً شامل پنج سؤال تشخیصی چندگزینه‌ای به‌صورت باز پاسخ در رابطه با مفهوم گرما، دما و تعادل گرمایی بود که دانش‌آموزان از طریق انتخاب گزینهٔ مناسب و ارائه توضیحات به آن‌ها پاسخ می‌دادند. برای تعیین روایی محتوایی ابزار، آن را از نظر ۶ نفر متخصص آموزش علوم گذراندیم که محتوای آن را تأیید کردند. برای سنجش پایایی ابزار ساخته شده، ابتدا پرسش‌نامه در بین ۳۰ نفر از دانش‌آموزان، خارج از نمونهٔ آماری، به‌صورت آزمایشی اجرا شد، سپس نظرات آنان گردآوری شد و پس از محاسبهٔ آماری از طریق فرمول آلفای کرانباخ، اعتبار آن ۰/۸۷ تعیین گردید.

سؤال‌های مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۲ آورده شده‌اند.

آزمون در شرایط عادی کلاس و بدون اطلاع قبلی دانش‌آموزان در مدت زمان ۴۵-۴۰ دقیق به اجرا گذاشته شد. به دانش‌آموزان اطمینان داده شد که آزمون‌ها به قصد انجام پژوهش انجام می‌گیرند و نتیجهٔ آن‌ها محرمانه بوده و تأثیری در نمرات درسی آن‌ها ندارد. بعد از اجرای آزمون، با ۲۴ نفر از دانش‌آموزان جهت شفاف‌سازی برخی پاسخ‌های آنان، مصاحبه انجام گرفت و نظرات آنان در کنار پاسخ‌نامه درج گردید.

● ت. شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای ارزیابی میزان درک دانش‌آموزان، از روش ارزیابی مفهومی آباراهام[۴۴]، گرزیبووسکی[۴۵]، رنر[۴۶] و مارک[۴۷] (۱۹۹۲) استفاده شد. در این روش، گزینه‌های انتخابی و پاسخ‌های تشریحی دانش‌آموزان در چهار دستهٔ درک کامل، درک جزئی، کج‌فهمی و عدم درک قرار می‌گیرند. شرح این دسته‌بندی به شرح زیر است:

درک کامل: پاسخ‌هایی که شامل تمامی اجزای قابل قبول پاسخ هستند؛

درک جزئی: پاسخ‌هایی که شامل حداقل یکی از اجزای قابل قبول پاسخ هستند؛

کج‌فهمی: پاسخ‌هایی که شامل جواب‌های نادرست، غیر منطقی و غیر علمی هستند و هیچ کدام از اجزای پاسخ درست را ندارند؛

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. سؤال‌ها و گویه‌های مورد استفاده در پرسش‌نامه

یک میخ بزرگ و یک میخ کوچک را که دارای جرم و اندازهٔ متفاوت اما دمای یکسان هستند در داخل یک اتاق گرم قرار داده و منتظر می‌مانیم:

سؤال ۱. کدام‌یک از میخ‌ها بیشتر گرم می‌شود؟

الف. میخ کوچک‌تر بیشتر گرم می‌شود.

ب. میخ بزرگ‌تر بیشتر گرم می‌شود.

پ. هر دو میخ دمای یکسانی دارند.

ت. دمای آن‌ها غیرقابل مقایسه است.

زیرا .....

سؤال ۲. مقدار گرمای کدام‌یک از میخ‌ها بیشتر است؟

الف. میخ کوچک‌تر گرمای بیشتری از میخ بزرگ‌تر دارد.

ب. میخ بزرگ‌تر گرمای بیشتر از میخ کوچک‌تر دارد.

پ. هر دو میخ به یک اندازه گرما دارند.

ت. مقدار گرمای آن‌ها قابل مقایسه نیست.

زیرا .....

یک قطعه چوب و یک قطعه آهن را که دارای جرم و دمای یکسانی هستند، در یک اتاق گرم قرار می‌دهیم و منتظر می‌مانیم:

سؤال ۳. کدام جسم داغ‌تر می‌شود؟

الف. قطعهٔ چوبی داغ‌تر می‌شود.

ب. قطعهٔ آهن داغ‌تر می‌شود.

پ. هر دو قطعهٔ چوب و آهن دمای یکسانی دارند.

ت. دمای آن‌ها مقایسه نیست.

زیرا .....

سؤال ۴. مقدار گرمای کدام بیشتر است؟

الف. قطعهٔ چوبی گرمای بیشتری از قطعه آهنی دارد.

ب. قطعهٔ آهنی گرمای بیشتری از قطعهٔ چوبی دارد.

پ. هر دو قطعه به یک اندازه گرما دارند.

ت. مقدار گرمای آن‌ها قابل مقایسه نیست.

زیرا .....

یک لیوان آب سرد و یک لیوان آب گرم را در داخل یک جعبهٔ دربسته قرار می‌دهیم:

سؤال ۵. دربارهٔ انتقال گرما بین این دو لیوان چه نظری دارید؟

الف. لیوان گرم گرما می‌گیرد.

ب. لیوان سرد گرما می‌گیرد.

پ. هر دو لیوان گرما می‌گیرند.

ت. بین آن‌ها انتقال گرما صورت نمی‌گیرد.

زیرا .....

Archive of SID
www.SID.ir

عدم درک: پاسخ‌هایی که در آن پاسخ دهنده به وضوح اشاره می‌کند که مفهوم سؤال را درک نکرده است، جواب آن را نمی‌داند و یا پاسخ غیرمرتبط ارایه می‌دهد.

بعد از بررسی پاسخ‌های دانش‌آموزان و دسته‌بندی آن‌ها مطابق با چارچوب ذکر شده، برای روشن‌تر شدن برخی پاسخ‌های گنگ و نامفهوم، با برخی از دانش‌آموزان مصاحبه‌ای انجام گرفت و جواب روشن آنان به پاسخنامهٔ مربوطه اضافه گردید. در دسته‌بندی و تصحیح پاسخ‌نامه‌های دانش‌آموزان، دو پژوهشگر به‌صورت مستقل از هم، کار ارزیابی را انجام دادند و در مواردی که تفاوتی بین نظرات آنان مشاهده می‌گردید، ارزیاب سوم کار قضاوت را تکمیل کرده و در صورت مشکل بودن کار قضاوت، از طریق مذاکره کار تصمیم‌گیری انجام می‌گرفت. لازم به ذکر است که ارزیابان در بیش از ۹۵ درصدپاسخ‌ها با هم اتفاق‌نظر داشتند. بعد از دسته‌بندی پاسخ‌ها، میزان درصد آن‌ها منطبق بر چارچوب ذکر شده تنظیم گردید.

یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست آمده از اجرای آزمون‌های تشخیصی و میزان درصد پاسخ‌های دانش‌آموزان در چهار دسته‌بندی درک کامل، درک جزئی، کج فهمی و عدم درک تنظیم شد و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در جدول ۳، فراوانی و درصد پاسخ‌های دانش‌آموزان به صورت مجزا مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.

جدول ۳. فراوانی و درصد پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال‌ها

سطح درک	سؤال اول		سؤال دوم		سؤال سوم		سؤال چهارم		سؤال پنجم	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۲۷	۱۹/۸۵	۳۶	۲۶/۴۷	۳۱	۲۲/۷۹	۲۹	۲۱/۳۲	۴۶	۳۳/۸۲
درک جزئی	۱۳	۹/۵۶	۳۰	۲۲/۰۶	۲۲	۱۶/۱۷	۳۱	۲۲/۷۹	۲۵	۱۸/۳۸
کج‌فهمی	۵۱	۳۷/۵۰	۳۸	۲۷/۹۴	۴۲	۳۰/۸۹	۴۷	۳۴/۵۶	۳۳	۲۴/۲۶
عدم درک	۴۵	۳۳/۰۹	۳۰	۲۲/۰۶	۴۰	۲۹/۴۱	۲۸	۲۰/۵۹	۳۲	۲۳/۵۳
بدون پاسخ	۰	۰/۰۰	۲	۱/۴۷	۱	۰/۷۳	۱	۰/۷۳	۰	۰/۰۰

در بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال اول، پاسخ درست و کامل، برابر بودن دمای دو میخ کوچک و بزرگ است، زیرا دمای جسم به جرم و اندازهٔ آن بستگی ندارد. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، از میان پاسخ‌های دانش‌آموزان، ۱۹/۸۵ درصد درک کامل، ۹/۵۶ درصد درک جزیی، ۳۷/۵۰ درصد کج‌فهمی

www.SID.ir
Archive of SID

و ۳۳/۰۹ درصد عدم درک را نشـــان می‌دهد. در جدول ۴ برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال اول آورده شده است.

جدول ۴. برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال اول

سطح درک	نمونه مثال‌هایی از پاسخ‌های دانش‌آموزان
درک کامل	● دمای هر دو میخ کوچک و بزرگ برابر است، زیرا دما به مقدار ماده بستگی ندارد. ● دمای هر دو میخ کوچک و بزرگ برابر است، زیرا هر دو جسم در یک مکان قرار گرفته‌اند. ● به خاطر قرار گرفتن در محیط یکسان، دمای هر دو میخ برابر است. ● دما به جرم ماده بستگی ندارد.
درک جزئی	● دمای هر دو میخ یکسان است. ● دمای اولیهٔ هر دو میخ یکسان است، زیرا جرم و اندازهٔ آن‌ها متفاوت است. ● از آنجایی که هر دو جسم در یک محیط قرار دارند، دمای آن‌ها تغییر نمی‌کند.
کج‌فهمی	● میخ بزرگ سنگین‌تر بوده و دمای کمتری دارد. ● دمای هر دو میخ به جرم آن‌ها بستگی دارد. ● میخ بزرگ سنگین‌تر بوده و دمای بیشتری دارد.
عدم درک	● دمای دو میخ قابل مقایسه نیست. ● دمای میخ کوچک‌تر کمتر است. ● برای گرم شدن میخ بزرگ‌تر زمان بیشتری لازم است.

در بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال دوم، پاسخ درست و کامل، بالا بودن میزان گرما در میخ بزرگ است، زیرا گرمای جسم به جرم و مقدار آن بستگی دارد. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، از میان پاســخ‌های دانش‌آموزان، ۲۶/۴۷ درصد درک کامــل، ۲۲/۰۶ درصد درک جزیی، ۲۷/۹۴ درصد کج‌فهمی و ۲۲/۰۶ درصد عدم درک را نشـــان می‌دهد. البته دو نفر از دانش‌آموزان به ســؤال دوم پاسخ ندادند. در جدول ۵ برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال دوم آورده شده است.

در بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال سوم، پاسخ درست و کامل، یکسان بودن دمای دو جسم آهن و چوب است، زیرا دما به جنس و نوع ماده بستگی ندارد. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، از میان پاســخ‌های دانش‌آموزان، ۲۶/۷۹ درصد درک کامــل، ۱۶/۱۷ درصد درک جزیی، ۳۰/۸۹ درصد کج‌فهمی و ۲۹/۴۱ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. البته یک نفر از دانش‌آموزان به سؤال سوم پاسخ ندادند. در جدول ۶ برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال سوم آورده شده است.

در بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال چهارم، پاسخ درست و کامل، بالا بودن گرمای قطعه چوبی از قطعه آهنی اســـت، زیرا با آنکه هر دو قطعه جرم یکســـان دارند، اما قطعه چوبی عایق بوده و گرما در

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵. برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال دوم

سطح درک	نمونه مثال‌هایی از پاسخ‌های دانش‌آموزان
درک کامل	● میخ بزرگ‌تر جرم بیشتری دارد و گرم‌تر است. ● گرمای یک جسم به جرم آن بستگی دارد. ● اگر ماده‌ای جرم بیشتری داشته باشد، گرمای آن نیز بیشتر است.
درک جزئی	● ماده‌ای که جرم بیشتری دارد گرم‌تر است. ● ماده‌ای که جرم بزرگ‌تری دارد گرمای بیشتری دارد.
کج‌فهمی	● ماده‌ای که جرم کمتری دارد گرم‌تر است، زیرا حجم آن کمتر است. ● ماده‌ای که حجم بیشتری دارد گرم‌تر است. ● ماده‌ای که داغ‌تر است گرمای بیشتری دارد.
عدم درک	● نمی‌توان گفت که کدام ماده گرم‌تر است. ● نمی‌توان تفاوت گرما بین آن‌ها را فهمید.

جدول ۶. برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال سوم

سطح درک	نمونه مثال‌هایی از پاسخ‌های دانش‌آموزان
درک کامل	● دمای دو جسم که در یک محیط قرار دارند، یکسان است، زیرا دما به نوع ماده بستگی ندارد. ● هنگامی که دو جسم برای مدتی در یک محیط قرار می‌گیرند، دمای آن‌ها با دمای محیط برابر می‌شود.
درک جزئی	● می‌توان گفت که دو جسم در دمای یکسانی قرار دارند. ● دما به نوع ماده بستگی ندارد. ● دما به مقدار و جنس مواد بستگی ندارد.
کج‌فهمی	● ماده‌ای که از چوب ساخته شده است، بیشتر گرم می‌شود و دمای آن بالاتر می‌رود. ● دمای ماده با گرمای آن ارتباط مستقیم دارد. ● ماده‌ای که از چوب ساخته شده گرم‌تر است. ● دمای هر دو جسم یکسان است زیرا جرم برابر دارند.
عدم درک	● مقایسهٔ دمای دو جسم مشکل است. ● دمای هر دو جسم بدون تغییر باقی می‌ماند. ● چون جنس دو جسم یکسان نیست، بنابراین دمای آن‌ها متفاوت خواهد بود.

سطح آن جمع می‌شود. همانطور که در جدول ۳ دیده می‌شود، از میان پاسخ‌های دانش‌آموزان، ۲۱/۳۲ درصد درک کامل، ۲۲/۷۹ درصد درک جزیی، ۳۴/۵۶ درصد کج‌فهمی و ۲۰/۵۹ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول ۷ برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال چهارم آورده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۷. برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال چهارم

سطح درک	نمونه مثال‌هایی از پاسخ‌های دانش‌آموزان
درک کامل	• ماده‌ای که از چوب ساخته شده است، بعد از قرار گرفتن مدت زمان طولانی در آن محیط، گرم‌تر می‌شود. • ماده‌ای که از چوب ساخته شده است، گرم‌تر است، زیرا هر دو جسم جرم یکسانی دارند.
درک جزئی	• ماده‌ای که از چوب ساخته شده است گرم‌تر است، زیرا گرما به نوع ماده بستگی دارد. • ماده‌ای که از چوب ساخته شده است زودتر گرم می‌شود. • ماده‌ای که جرم بیشتری دارد گرم‌تر است. در اینجا چون جرم آن‌ها یکسان است هر دو گرمای یکسانی دارند.
کج‌فهمی	• ماده‌ای که از آهن ساخته شده گرم‌تر است، زیرا آهن زودتر از چوب گرم می‌شود. • چون گرما به جنس ماده بستگی ندارد، بنابراین گرمای آن‌ها برابر است. • گرمای هر دو ماده برابر است زیرا دمای اولیه آن‌ها برابر بوده است.
عدم درک	• گرمای دو جسم قابل مقایسه نیست، زیرا از دو جنس متفاوت هستند. • گرمای هر دو ماده یکسان است زیرا جرم یکسانی دارند. • تفاوت گرمای چوب و آهن قابل درک نیست.

جدول ۸. برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال پنجم

سطح درک	نمونه مثال‌هایی از پاسخ‌های دانش‌آموزان
درک کامل	• لیوان سرد گرما می‌گیرد، زیرا همیشه انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد صورت می‌گیرد. • لیوان با دمای پایین گرما می‌گیرد. همیشه گرما به اجسام سرد منتقل می‌شود. • گرما از لیوان گرم به لیوان سرد منتقل می‌شود. • جهت شارش گرما از لیوان گرم به لیوان سرد است.
درک جزئی	• لیوان دارای آب سرد گرما می‌گیرد. • لیوان دارای آب گرم گرما می‌دهد. • ماده گرم همیشه گرما می‌دهد.
کج‌فهمی	• لیوان دارای آب گرم، گرم‌تر می‌شود، زیرا از لیوان سرد گرما می‌گیرد. • مادهٔ گرم همیشه گرما می‌گیرد. • انتقال گرما از لیوان دارای آب سرد به لیوان دارای آب گرم است.
عدم درک	• دو لیوان باهم فاصله داشته و تبادل گرمایی ندارند. • نمی‌توان مشخص کرد که کدام لیوان گرما می‌گیرد. • نمی‌توان مشخص کرد که کدام لیوان گرما می‌دهد. • تبادل گرما به تفاوت دمای دو جسم بستگی ندارد.

Archive of SID
www.SID.ir

در بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال پنجم، پاسخ درست و کامل، انتقال گرما از لیوان گرم به لیوان سرد است، زیرا همیشه گرما از جسم گرم به جسم سرد شارش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، از میان پاسخ‌های دانش‌آموزان، ۳۳/۸۲ درصد درک کامل، ۱۸/۳۸ درصد درک جزیی، ۲۴/۲۶ درصد کج‌فهمی و ۲۳/۵۳ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول ۸ برخی از پاسخ‌های دانش‌آموزان به سؤال چهارم آورده شده است.

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

بررسی پاسخ‌های داده شده به سؤال‌های پرسش‌نامه نشان داد که دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی کج‌فهمی‌های زیادی در زمینهٔ مفاهیم گرما، دما و تبادل گرمایی دارند و آموخته‌های آنان در پایه‌های پایین‌تر نتوانسته است مانع بروز این کج‌فهمی‌ها شود. استاوی[۴۸] (۱۹۹۰) معتقد است که در سامانهٔ شناختی دانش‌آموزان انواع مختلفی از تصورات بدیل وجود دارد که می‌توانند با تفکرات علمی و آموخته‌های آنان رقابت نمایند. در این فرایند، اغلب تصوراتی که ریشهٔ قوی‌تری در ساختار شناختی دانش‌آموزان دارند، غالب بوده و خود را بروز می‌دهند.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که علی‌رغم درک مفهومی گرما و دما از طرف برخی از دانش‌آموزان، همچنان نیاز است که در آموزش مفاهیم مرتبط با گرما و دما، توجه و دقت زیادی به عمل آید. همچنین این مطالعه نشان داد که بسیاری از دانش‌آموزان در درک ارتباط بین جرم و گرما، تفاوت بین گرما و دما، و تبادل انرژی گرمایی در صورت وجود اختلاف دما، دارای مشکل بوده و دچار کج‌فهمی هستند.

تابر[۴۹] (۱۹۹۵) ضمن اشاره به اهمیت مفهوم گرما و دما در فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی معتقد است که هر چند دانش‌آموزان از سال اول ابتدایی و سپس پایه‌های بالاتر با مفهوم گرما و دما آشنا می‌شوند، اما یافته‌های وی نشان می‌دهد که برخی از آن‌ها حتی تفاوتی بین مفهوم گرما و دما قائل نیستند. همچنین بسیاری از آن‌ها در کاربرد مفهومی گرما و دما و همچنین تبادل گرمایی دارای مشکل هستند.

در مطالعهٔ حاضر نیز مشخص شد که بیشترین کج‌فهمی دانش‌آموزان در درک مفهومی رابطهٔ بین جرم، گرما و دما است. در سؤال اول پژوهش که ارتباط بین جرم ماده و دمای آن را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۱۹/۸۵ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که دما به جرم و اندازهٔ اجسام وابسته نیست و درک کامل خود از این سؤال را نشان دادند؛ اما ۳۷/۵ درصد از آنان دچار کج‌فهمی بودند. به اعتقاد آنان، دمای جسم به جرم آن بستگی دارد. البته حدود ۳۳/۰۹ درصد از دانش‌آموزان سؤال

Archive of SID
www.SID.ir

اول را درک نکرده بودند. به اعتقاد آنان دمای دو میخ قابل مقایسه نیست و یا برای گرم شدن میخ بزرگ‌تر، مدت زمان بیشتری لازم است. در پژوهش‌های لویس و لین (۱۹۹۴) نیز به چنین یافته‌ای اشاره شده است و یافته‌های این پژوهش با یافته‌های آنان مطابقت دارد.

این وضعیت در درک رابطهٔ بین جرم ماده و گرما نیز در سؤال دوم پژوهش مشاهده شد. ۲۶/۴۷ درصد دانش‌آموزان که درک کاملی از این رابطه داشتند، معتقد بودند که برخلاف دما، گرما با جرم ماده ارتباط مستقیم دارد. اما ۲۷/۹۴ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. این افراد میزان گرمای یک ماده را به جرم و حجم آن ارتباط دادند، اما نتوانستند نوع ارتباط را به درستی مشخص کنند. از طرفی هم نمی‌دانستند که میزان گرمای یک ماده به حجم آن بستگی ندارد. این کج‌فهمی را اریکسون (۱۹۷۹) نیز در مطالعهٔ خود گزارش کرده است.

در سؤال سوم پژوهش که رابطهٔ بین نوع ماده و دمای آن را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۲۲/۷۹ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که دما به نوع ماده بستگی ندارد و دمای دو جسم متفاوت (قطعه چوب و قطعه آهن) که در یک محیط قرار دارند یکسان است. اما ۳۰/۸۹ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. بعضی از این دانش‌آموزان معتقد بودند که دمای هر دو جسم یکسان است، زیرا جرم برابر دارند. این درحالی است که در این سؤال ارتباط بین دما و نوع ماده مورد بررسی قرار گرفته بود و دانش‌آموزان باید می‌دانستند که دمای یک جسم به نوع، جرم و حجم آن بستگی ندارد. گرایسون و همکارانش (۱۹۹۵) و همچنین کسیدو و دوییت (۱۹۹۳) نیز در مطالعات خود به این کج‌فهمی اشاره کرده‌اند.

البته درصد قابل توجهی از دانش‌آموزان (۲۹/۴۱ درصد) این سؤال را درک نکرده بودند و جواب‌های غیرمرتبط به شرح زیر داده بودند:

مقایسهٔ دمای دو جسم مشکل است؛

دمای هر دو جسم بدون تغییر باقی می‌ماند؛

چون جنس دو جسم یکسان نیست، بنابراین دمای آن‌ها متفاوت خواهد بود.

در سؤال چهارم پژوهش که رابطهٔ بین نوع ماده و گرمای آن را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۲۱/۳۲ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که گرما به نوع ماده بستگی دارد و میزان گرمای قطعهٔ چوب به علت عایق بودن بیشتر از قطعهٔ آهن است. اما

Archive of SID
www.SID.ir

۳۴/۵۶ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. بعضی از نظرات دانش‌آموزان که در زمرهٔ کج‌فهمی قرار دارند، عبارت‌اند از:

ماده‌ای که از آهن ساخته شده است گرم‌تر است، زیرا آهن زودتر از چوب گرم می‌شود؛

گرما به جنس ماده بستگی ندارد بنابراین گرمای آن‌ها برابر است؛

گرمای هر دو ماده برابر است زیرا دمای اولیه آن‌ها برابر بوده است.

مطالعات لویس و لین (۱۹۹۴) نیز تاییدکنندهٔ این یافته است. در مطالعهٔ آنان اشاره شده است که برخی از دانش‌آموزان معتقدند فلزات سرما را جذب می‌کنند و در خود نگه می‌دارند، درحالی که مواد عایق گرما را در خود نگه می‌دارند. این کج‌فهمی را در مطالعات گریسون و همکاران (۱۹۹۵) نیز می‌توان مشاهده کرد. در مطالعات چوی و همکارانش (۲۰۰۱) نیز اشاره شده است که دانش‌آموزان اجسام را به سه دسته اجسام گرم، اجسام ولرم و اجسام سرد طبقه‌بندی کرده و معتقد بودند که فلزات ذاتاً سرد و مواد پلاستیکی و چوب ذاتاً گرم هستند.

در سؤال پنجم پژوهش که تبادل گرما بین دو مادهٔ گرم و سرد را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۳/۸۲ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که لیوان سرد گرما می‌گیرد، زیرا همیشه انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد صورت می‌گیرد. اما ۲۴/۲۶ درصد دانش‌آموزان قاعدهٔ صحیح این تبادل گرمایی را به درستی درک نکرده و معتقد بودند که لیوانِ دارای آب گرم، گرم‌تر می‌شود زیرا از لیوان سرد گرما می‌گیرد. این یافته را در مطالعات چوی و همکارانش (۲۰۰۱)، چان (۱۹۹۳)، کسیدو و دوییت (۱۹۹۳) و حتی اریکسون (۱۹۸۵) می‌توان رصد کرد. چان (۱۹۹۳) معتقد بود که دانش‌آموزان درک درستی از انتقال گرما و تعادل گرمایی ندارند. وی پیشنهاد کرد که در آموزش مفهوم گرما و دما در دورهٔ ابتدایی، به فرایند تعادل گرمایی بیشتر توجه شود. در مطالعات کسیدو و دوییت (۱۹۹۳) نیز اشاره شده است که از نظر دانش‌آموزان، در نتیجهٔ انتقال گرما بین دو جسم با دمای متفاوت، دمای هر دو جسم با هم برابر نمی‌شود، زیرا با توجه به ویژگی‌های اجسام، ممکن است یکی از آن‌ها جزو اجسام سرد و دیگری جزو اجسام گرم باشد و توانایی سرد کردن و یا گرم کردن سایر اجسام را داشته باشند.

در کل، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی کج‌فهمی‌های زیادی دربارهٔ مفهوم گرما و دما دارند. آن‌ها نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه‌سازی شده، آموخته‌های خود درباره گرما و دما را به خوبی مورد

Archive of SID
www.SID.ir

کاربست قرار دهند. عوامل مختلفی را می‌توان به عنوان منشاء چنین کج‌فهمی‌هایی معرفی کرد. تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان در سال‌های قبل، انتزاعی بودن مفاهیم و عدم تناسب محتوای علمی ارایه شده با سطح رشد شناختی دانش‌آموز، سازماندهی نامناسب محتوای آموزشی بدون رعایت پیش‌نیازها و ارتباط‌های طولی و عرضی مناسب و همچنین استفاده از آنالوگ‌ها و شبیه‌سازی‌های نامناسب توسط معلمان، همگی از عوامل پیدایش کج‌فهمی در دانش‌آموزان محسوب می‌شوند.

بررسی منشاء کج‌فهمی و شیوه‌های اصلاح کج‌فهمی نیازمند پژوهش‌های جداگانه‌ای است. بدون شک تجربیات و آموخته‌های پیشین دانش‌آموزان (آلن، ۲۰۱۰)، شیوهٔ تدریس آموزگاران (کارلتون[۵۰]، ۲۰۰۰) و همچنین عدم سازماندهی مناسب محتوای آموزشی در کتاب‌های درسی (لیت[۵۱]، ۱۹۹۹) به عنوان سه منبع عمده بروز کج‌فهمی مطرح هستند.

باید هنگام برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، تمام مفاهیم چالش برانگیز و مستعد ایجاد کج فهمی در دانش‌آموزان بررسی شوند. استفاده از ارزشیابی‌های تشخیصی و تکوینی و آگاهی معلمان از دیدگاه‌ها و عقاید دانش‌آموزان نسبت به مفاهیم چالش برانگیز، کمک می‌کند تا روش‌های تدریس مناسبی اتخاذ نمایند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به برنامه‌ریزان درسی، نویسندگان کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره آموزش عمومی و همچنین آموزگاران مربوطه کمک نماید تا در راستای ارتقای کیفیت فرایند یاددهی- یادگیری مفاهیم مرتبط با گرما و دما گام بردارند. بر پایهٔ یافته‌های این پژوهش، به برنامه‌ریزان و نویسندگان کتاب‌های درسی علوم تجربی دورهٔ ابتدایی پیشنهاد می‌شود که در کتاب‌های درسی جدید علوم تجربی پایه‌های چهارم و پنجم ابتدایی، مفاهیم گرما، دما و تبادل گرمایی بیشتر مورد توجه قرار گیرند تا از بروز چنین کج‌فهمی‌هایی جلوگیری شود.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

- احمدی، غلامعلی. (۱۳۹۱). *ارزشیابی از برنامه درسی علوم تجربی دورهٔ راهنمایی* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- بدریان، عابد. (۱۳۹۰). *ارزشیابی از محتوای آموزشی علوم تجربی پایهٔ اول ابتدایی چاپ ۱۳۹۰* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- بدریان، عابد. (۱۳۸۸). *ارزشیابی از برنامهٔ درسی شیمی دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس و حجازی، الهه. (۱۳۹۰). *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری* (چاپ بیست و یکم). تهران: انتشارات آگه.
- صدرالاشرافی، مسعود. (۱۳۹۰). *ارزشیابی از برنامهٔ درسی فیزیک دورهٔ متوسطه و پیش‌دانشگاهی* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- ناصری‌آذر، اکبر. (۱۳۹۱). *بررسی شبکهٔ مفهومی کتاب‌های درسی علوم تجربی دورهٔ ابتدایی براساس مشکلات یاددهی و یادگیری* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(2), 105–120.
- Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. England, Maidenhead: McGraw-Hill/ Open University Press
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B. and Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat: Full report, children's learning in science project*. England, Leeds: University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Carlton, K. ,(2000). Teaching about Heat and Temperature. *Physics Education, 35*(2), 101-105.
- Choi, H., Kim, E., Paik, S., Lee, K., & Chung, W. (2001). Investigating elementary students' understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature. *Elementary Science Education, 20*, 123–138.
- Chun, W. (1993). A survey on scientific misconceptions of elementary students. *Elementary Science Education, 12*, 145–166.
- Erickson, G.L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education, 63*, 221-230.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2002). Learners' use of analogy and alternative conceptions for chemical bonding: A cross-age study. *Australian Science Teachers' Journal, 48*(1), 24–35.
- Cross, A., & Bowden, A. (2009). *Essential primary science*. England, Maidenhead: McGraw-Hill/ Open University Press
- Erickson, G. L. (1980). Children's Viewpoints of Heat: A Second Look. *Science Education, 64*, 323-336.
- Erickson, G. L. (1985). Heat and temperature. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's Ideas in Science* (pp. 52-83). Philadelphia, PA: Open University Press.
- Gönen, S., & Kocakaya, S. (2010). A cross-age study: A Cross-Age Study on the Understanding of Heat and Temperature. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 2*(1),1-15.
- Grayson, D.J., Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (1995). A multidimentional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature. In A. Hendricks, (Ed), *SAARMSE 3rd Annual Meeting*, , (Vol 1 .pp.273-283). Cape Town, South Africa.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching,36*(1), 55-87.
- Jasien, P. G., & Oberem, G. E. (2002). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers. *Journal of Chemical Education, 79*(7), 889-895.
- Kesidou, S. & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics - An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching, 30*, 85-106.
- Köse, S. (2008), Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal, 3*(2), 283-293.

Archive of SID
www.SID.ir

■ Sozbilir, M. (2003). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi University Journal of Education, 20*(1), 25-41.
■ Stavy, R. (1990). Pupils' Problems in Understanding Conservation of Mass. *International Journal of Science Education, 12* (5), 501-512.
■ Taber, K., S. (1995). Time to be Definitive? *Education in Chemistry, 32*(2), 56.
■ Tiberghien, A. (1985). The Development of Ideas with Teaching. In R .Driver, E. Guesne, and E. Tiberghien, (Eds), *Children's Ideas in Science*, (pp. 66-84). UK: Open University Press.
■ Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. *Physics Teacher, 39* (8), 496-504.
■ Leite, L. (1999). Heat and Temperature: An Analysis of How These Concepts are Dealt with in Textbooks. *European Journal of Teacher Education, 22*(1), 61-74.
■ Lewis, E. L., & Linn, M. C. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(S1), S155-S175.
■ Niaz, M. (2006). Can the study of thermochemistry facilitate students' differentiation between heat energy and temperature? *Journal of Science Education and Technology, 5*(3), 269-276.
■ Paik, S. H. Cho, B. K., & Go, Y. M. (2007). Korean 4- to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(2), 284–302.

پی‌نوشت‌ها

۱. این پژوهش با حمایت مالی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی انجام گرفته است.
2.Misconception
3. Misunderstanding
4. Native Conceptions
5. Common Sense Understanding
6. Alternative Conception
7. Preconceptions
8. Allen
9. Gönen
10. Kocakaya
11. Lavoisier
12. Davy O.H
13. Sozbilir
14. Yeo
15. Zadnik
16. Niaz
17. Paik
18. Cho
19. Go
20. Lewis
21. Linn
22. Jasien
23. Oberem
24. Harrison
25. Grayton
26. Treagust
27. Erickson
28. Tiberghien
29. Brook
30. Briggs
31. Bell
32. Driver
33. Kesidou
34 Duit
35. Choi
36. Kim
37. Lee
38. Chung
39. Chun
40. Cross
41. Bowden
42. Kose
43. Coll
44. Abraham
45. Grzybowski
46. Renner
47. Marek
48. Stavy
49. Taber
50. Carlton
51. Leite

Archive of SID
www.SID.ir